

LA PHOTOGRAPHIE

APPLIQUÉE AUX

ÉTUDES GÉOGRAPHIQUES

ABBEVILLE, IMPRIMERIE BRIEZ, PAILLART ET RETAUX.

24

LA PHOTOGRAPHIE

APPLIQUÉE AUX

ÉTUDES GÉOGRAPHIQUES

PAR

JULES GIRARD



PARIS

F. SAVY, LIBRAIRE-ÉDITEUR

24, rue Hautefeuille, 24.

1871

LA PHOTOGRAPHIE

APPLIQUÉE AUX

ÉTUDES GÉOGRAPHIQUES

I

RELATIONS DE LA PHOTOGRAPHIE AVEC LES ÉTUDES GÉOGRAPHIQUES.

Les sciences, comme les arts, se prêtent entre elles un mutuel appui ; chacune d'elles serait incapable de progresser à cause de la limite de ses propres ressources. Les relations s'établissent naturellement par les nombreux points de contact qui les lient intimement ; cette extension est de fait un moyen de diffusion et d'émulation dans les études scientifiques ; si nos facultés restreintes ne nous laissent pas le loisir de les rendre encyclopédiques, elles nous obligent néanmoins à posséder une teinture des branches qui se rattachent à une science spéciale.

Ces relations ont surtout lieu en ce qui concerne la géographie ; plus qu'aucune autre science, son horizon est étendu à l'infini puisqu'elle embrasse dans son ensemble toute la description de la terre.

Elle s'appuie d'un côté sur les sciences exactes et de l'autre sur les sciences naturelles. Aussi elle demande aux explorateurs qui vont à la recherche de connaissances nouvelles, une instruction encyclopédique, pour savoir lire au grand livre de la nature toujours ouvert, mais que tous ne sont pas aptes à comprendre, s'ils n'y ont pas été préalablement préparés par l'étude. Par les sciences naturelles nous commentons ce qui est constamment présent à nos yeux dans les trois règnes de la nature; par les sciences exactes nous décrivons la forme et la constitution de la planète que nous habitons, en déterminant les lois qui la régissent et donnent la solution des magnifiques problèmes de la physique. C'est donc une science multiple et complexe qui rend ardue la tâche incombant à ceux qui veulent la cultiver.

Les besoins de la géographie réclament des moyens d'investigations rapides et précis, facilement praticables, permettant à l'explorateur de peindre les scènes qu'il rencontre sur son parcours, au topographe de représenter le levé du terrain, au cartographe de publier ses travaux. La photographie, dont les nombreuses applications s'étendent à bien des études scientifiques, répond à la solution de certaines questions de cette nature. Elle élimine péremptoirement les doutes qui surgissent sur la vérité des assertions soutenues par les explorateurs des pays inconnus, et confirme le merveilleux qu'on est porté à nier ou à exagérer. Elle nous dépeint les habitants étranges qui vivent dans les régions sauvages, fait connaître leurs coutumes, avec une

exactitude suffisante pour identifier les impressions de ceux qui ont vu et de ceux qui ne voient que la représentation. L'objectif recueille tout ce qu'on lui présente avec une indiscutable fidélité ; la lumière n'admet pas de transaction ; si elle ne donne jusqu'ici que des images incolores, son crédit et son authenticité compensent leur aspect monotone. Toute élucubration fantaisiste disparaît devant son contrôle.

Muni d'une bonne carte et d'un certain nombre de photographies, le travailleur sédentaire arrive à faire connaissance avec les localités visitées par d'autres, aussi bien peut-être que celui qui les a parcourues en tous sens. Le dessin est un talent précieux que tout le monde ne possède pas ; comme il est très-utile pour les différentes notions géographiques, on peut le remplacer, si l'on n'est pas au courant de ses délicatesses, par la photographie dont les principes ne sont pas longs à apprendre ; ils se résument à quelques manipulations chimiques qui se font mécaniquement et à un peu d'habitude de se servir des instruments qu'on a entre les mains ; au bout de quelques leçons, on prend des vues passables. Il n'est pas nécessaire d'être passé maître, pour rapporter des documents utiles, car une épreuve ordinaire suffit dans beaucoup de circonstances, pour présenter un renseignement de valeur à l'appui d'une recherche. L'attrait naturel qu'offrent les premiers moments où l'on obtient le plus léger succès sont amplement compensateurs des labeurs inévitables des débuts. Le simple touriste peut avec quelques

notions restreintes rapporter des pays qu'il a traversés superficiellement des souvenirs utiles à lui-même, comme aux études plus approfondies. C'est même un but déterminé, car revenir les mains vides d'un voyage indique qu'on y a perdu son temps pour l'instruction. Chez celui qui n'aspire simplement qu'à satisfaire sa curiosité dans la connaissance des pays lointains, c'est un stimulant qui décide à partir ; pendant le voyage le travail charme l'ennui des longues journées d'isolement, et au retour il retrouve des scènes auxquelles s'attachent des souvenirs bien réparateurs des peines qu'ils ont données pour les obtenir.

Toutes les expéditions organisées sur de larges bases ont été accompagnées de photographes ; plus la pratique usuelle a simplifié et perfectionné les modes d'opération, plus ils sont devenus accessibles. La photographie est tombée dans le domaine public ; elle permet à celui qui est retenu sur le sol natal de jouir de la vue des pays qu'il désirerait connaître et de se familiariser avec eux. L'archéologue contemple les anciens monuments, derniers vestiges d'une civilisation expirée sur une terre autrefois florissante ; les physiciens retrouvent les phénomènes inconnus ; le géologue obtient des données sur les différentes structures de l'écorce terrestre ; le topographe juge la constitution et la nature des accidents du terrain.

Ce n'est pas seulement dans le domaine du pittoresque que la photographie est appelée à rendre des services ; alliant son exactitude à la disposition d'in-

génieux instruments, elle est utilisable pour le lever des plans et faire le nivellement. Dans les travaux d'atelier, elle se substitue avantageusement à la gravure, qui exige de longs et patients labeurs.

On ne peut avoir la prétention de résoudre ainsi tous les problèmes qui se présentent dans les études diverses ayant trait à la géographie proprement dite ; elle ne tient pas lieu d'aucune des connaissances qui s'y rattachent, ni ne se substitue pas à aucune opération particulière ; mais quand on sait l'appliquer avec discernement, prendre dans chacune de ses acceptions ce qui convient, on trouve dans cet art merveilleux un auxiliaire précieux, un coadjuteur qui, suivant les circonstances, rend des services éminents, s'ils sont judicieusement appropriés.

Cet exposé n'offre pas de procédés nouveaux, ni particuliers, il se borne à faire comprendre le parti qu'on peut tirer de la photographie, dans l'état actuel des connaissances. Jusqu'ici on l'a négligé ; la crainte de rencontrer des obstacles a fait qu'on abandonne son concours utile dans des applications importantes. Nous avons pour but unique de les résumer.

Les notions relatives aux procédés opératoires ne sauraient trouver place à côté de ces applications ; elles sont supposées connues par les nombreux traités sur la matière et par l'habitude des manipulations acquise préalablement.

II

OPÉRATIONS PHOTOGRAPHIQUES EN VOYAGE.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Pour obtenir une épreuve, on a besoin d'un matériel et de produits chimiques, formant toujours un bagage volumineux, incompatible avec le voyage qui est d'autant plus rapide et plus aisé, qu'on en traîne moins à sa suite ; son accroissement devient un embarras tel dans certaines circonstances, qu'il peut compromettre le succès. Tant qu'on ne quitte pas les pays sillonnés de voies ferrées, le transport s'effectue facilement, tant qu'il y a des routes carrossables, on s'en tire aussi aisément, mais dès qu'il faut parcourir des régions sans routes tracées, accessibles seulement aux bêtes de somme et que ces pays sont inconnus, ce qui est le cas général dans les voyages d'exploration, on y regarde beaucoup avant de s'encombrer d'un pareil attirail pouvant exciter, de plus, la méfiance et la cupidité des indigènes. Le matériel photographique est fragile ; si chaque objet n'est pas soigneusement emballé, prémuni contre

les secousses les plus inattendues, des objets de première nécessité se briseront, laissant l'opérateur sans ressources, avec un appareil inutile, puisqu'il est démembré. Comme il est impossible de faire de photographie sans un matériel, on doit se résoudre à l'accepter, tout en le diminuant et le proportionnant le mieux qu'on pourra aux travaux à exécuter.

On objecte sans doute qu'en faisant usage des procédés secs, on restreint de beaucoup le bagage et les opérations en plein air ; à moins que l'on soit rompu à la pratique de l'un d'eux, ils sont plus séduisants que sûrs ; ils sont très-délicats à employer dans la vie agitée du voyage, où l'on n'a pas tous ses aises. Est-on ensuite toujours certain quand une glace a été exposée qu'elle est bien impressionnée ? Au retour, dans l'endroit choisi pour laboratoire temporaire, l'opérateur qui n'a pas encore une science consommée dans telle ou telle manière de faire, obtenue par des voyages précédents, aura le regret d'avoir posé inutilement après des peines et des fatigues de toute une journée. Le matériel à traîner à sa suite est le même relativement à la chambre noire; ses accessoires, les boîtes de glaces et les produits chimiques sont aussi encombrants que pour l'usage du collodion humide en plein air ; il n'y a de différence que la tente légère faisant office de laboratoire obscur. La préparation des glaces est la même, avec ce désavantage de la faire passer par les trois phases de préparation, exposition et développement à des intervalles plus ou moins rap-

prochés, au lieu d'être consécutifs. On compte sur le basard pour trouver un endroit obscur pour laboratoire ; souvent on est obligé de n'avoir d'autre refuge contre la lumière solaire que les ombres de la nuit, à un moment qui serait mieux employé au repos. L'emploi du collodion humide est appris beaucoup plus facilement que les procédés secs, il donne la liberté de travailler partout, laissant contrôler immédiatement le résultat, et avec un peu d'habitude, il est beaucoup plus rapide.

Parmi les procédés secs, trois principaux sont préférables à divers titres ; leur valeur est uniquement appréciable par ceux qui y sont habitués. Le *papier ciré* (procédé de M. Legray) a pour but de se servir d'une feuille de papier rendu diaphane et non imprégnable aux liquides, sur lequel on obtient un négatif, au moyen de manipulations particulières ; ce papier, ainsi substitué au verre, est ensuite utilisé comme un négatif ordinaire. Il présente comme compensation à son travail spécial, l'avantage d'éviter pour le voyageur le poids des glaces à emporter, principale charge dans le bagage, et de n'être pas sujet à se briser comme elles. Le vent ou l'imprévoyance le froisse, inconvénient qui le rend impropre au tirage ; la feuille ainsi avariée est perdue. L'*albumine* s'impressionne, humide ou sèche indistinctement ; elle exige une habileté spéciale, qui est rémunérée par la finesse des épreuves ; employée pour les épreuves stéréoscopiques sur verre, elle est préférable à tout autre système et réussit très-bien, pour les vues destinées à être projetées par

la lanterne dans les cours ou l'enseignement. L'extension bien uniforme de l'albumine, son exemption de la moindre tache et le talent d'un développement d'une intensité juste, sont les écueils contre lesquels on se heurte principalement. Le *collodion sec au tannin* est plus aisé ; il demande que l'on ait un collodion préalablement étudié, ni trop neuf, ni trop vieux; dans sa composition et sa qualité réside le succès de l'épreuve. Le lavage qui réclame de l'eau pure et abondante est aussi à prendre en considération, quand on n'est pas sûr d'en avoir toujours de pareille à sa disposition. Il est bon de ne l'employer que quand on est installé dans un atelier commode, dans lequel on prépare aisément un assez grand nombre de glaces, pour aller ensuite les exposer durant la journée à peu de distance, comme dans les villes principalement où l'on trouve rarement des endroits convenables à établissement d'un laboratoire portatif près du point où l'on opère.

Le matériel nécessaire à l'un ou à l'autre procédé réunira les plus grandes conditions de solidité, de commodité et de légèreté ; qualités générales auxquelles chacun s'accommode, tout en faisant varier les détails selon ses inspirations personnelles, en les adaptant aux travaux et à la nature du voyage que l'on entreprend. Ainsi, plus la photographie aura une place importante, plus en conséquence on augmentera le format des épreuves, d'où nécessairement accroissement des dimensions des appareils et de la quantité des produits à emporter. En règle générale, on ne partira pas pour un voyage de quelque

durée, sans avoir préalablement opéré avec l'appareil dont on se charge ; une omission, ou une légère défectuosité, seraient capables de compromettre toute une exploration sans remède.

LABORATOIRES PORTATIFS.

L'expérience du déplacement a fait naître des inventions fort nombreuses, ingénieuses et bonnes pour la plupart, parmi lesquelles on n'a que l'embarras d'un choix à faire suivant ses besoins. L'appareil a son volume déterminé par la dimension des glaces dont on fait usage ; elle peut varier depuis les plus grandes jusqu'aux plus petites ; les moyennes sont les plus communément employées. La plaque entière dont les dimensions commerciales sont 24 × 18 ou la demi-plaque 13 × 18 sont fort convenables. Les dimensions inférieures ne seraient pas acceptables, à cause du peu d'aisance de les manier, et de leur cadre trop restreint, que si l'on se proposait de les faire servir à l'agrandissement ou que l'on soit extrêmement limité dans le volume du bagage.

L'ensemble de l'attirail de campagne pour le collodion humide se compose de la chambre noire et de son pied, de la boîte de produits chimiques et accessoires tels que glaces, cuvettes, etc., de la tente-laboratoire à l'abri de laquelle on opère, d'une caisse contenant le nombre de glaces utilisables, et enfin d'une autre boîte pour les divers objets de rechange

et produits. Ces deux derniers colis n'accompagnent pas l'opérateur dans les stations s'écartant peu de sa direction principale, à cause de leur poids et leur moins fréquente utilité.

La chambre noire réunira les qualités de légèreté et de solidité, et sera à soufflet. Il faut veiller à ce qu'elle soit en bois sec, non susceptible de gauchir sous l'influence du soleil; une base pliante est indispensable. Il est avantageux qu'elle soit agencée de façon à permettre de prendre des vues sur les deux côtés ; les vues demandent du développement horizontal, tandis que les sujets particuliers s'étendent sur la hauteur. Le meilleur support est le pied-canne, qui réunit la stabilité à la légèreté du transport. La boîte de produits chimiques contient : une douzaine de glaces pour le travail d'une journée ou d'une excursion; deux cuvettes, l'une pour le bain d'argent en porcelaine avec recouvrement, l'autre en gutta pour développer, un flacon laveur auquel on adapte un bouchon foré, puis le flacon de collodion, bain d'argent, le révélateur pyrogallique, l'hyposulfite de soude pour fixaeur et la gomme arabique comme vernis protecteur. Dans les interstices disponibles on trouvera place pour un verre à développer, un crochet d'argent, un chiffon à nettoyer, etc. Chaque objet est logé dans un compartiment spécial qui le préserve des chocs ; c'est une excellente précaution de revêtir de feutre les parties sur lesquelles portent les flacons en verre, toujours préférables à ceux en gutta.

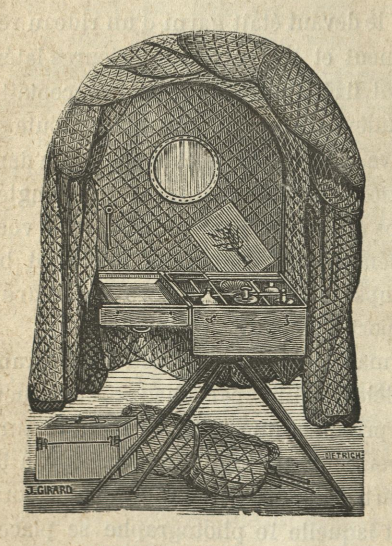
On fit d'abord usage d'une tente qui se rapprochait

d'une tente de campement ; elle avait la forme d'un toit à deux pentes, se montait à l'aide de bâtons brisés, retenus à leur sommet par une corde fixée en terre aux deux points opposés. Elle était confectionnée en étoffes légères ouatées, l'une extérieure verte et l'autre intérieure noire; au fond on disposa un jour en toile jaune ; le devant était garni d'un rideau recouvrant largement et les parties inférieures latérales d'une toile qui, fixée avec des piquets, interceptait tout accès à la lumière. On conçoit que malgré toute sa légèreté relative, cette tente ne convenait que dans le cas d'opérations sédentaires durant plus longtemps que le temps nécessaire pour prendre une vue. Le montage, démontage, paquetage prenaient beaucoup de temps et il fallait encore y joindre une petite table portative pour s'y installer.

Elle est maintenant remplacée avec avantage par un modèle modifié par chaque constructeur, ayant pour principe une tablette montée sur un pied, recouverte d'une toile imperméable à la lumière supportée de manière à faire une sorte de niche devant laquelle le photographe se place, rabattant sur ses épaules le reste de la toile. Ainsi enfermé, il a devant lui ses instruments et une table assez commode dans un laboratoire réduit, mais suffisant pour travailler. Cet appareil constitue à lui seul deux objets : un pied-support et une caisse spéciale. Nous avons cherché à approprier la boîte aux produits chimiques ci-dessus énoncée, à ce but.

Ce genre de laboratoire portatif comporte : 1° la boîte ; 2° la toile de tente ; 3° la chambre noire avec

son pied ; 4° le pied de laboratoire avec les cerceaux pour tendre la toile. Pour la dimension 18 × 24, le transport en est facile à cause de la division des parties différentes. Quand on la monte, on établit le pied-support, qui est court, à hauteur convenable ; la boîte étant posée dessus, une vis renversée



Laboratoire portatif pour le collodion humide extérieurement.
(Au bas l'appareil fermé pour le transport.)

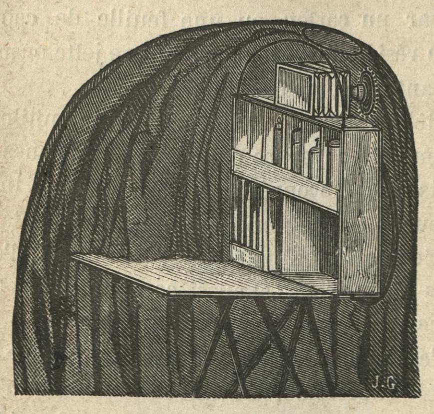
l'assure sur un triangle qui réunit les branches ; le couvercle en bascule est destiné à recevoir la cuvette du bain d'argent. Aux quatre coins de la boîte ouverte, sont fixées des pattes en fer sur lesquelles s'ajustent les cerceaux en acier méplat, dont le plus rapproché de l'opérateur est incliné, de manière qu'en faisant saillie la toile jetée par dessus le

couvre sans que sa tête soit obligée d'en supporter le poids. Au fond, un jour en toile jaune éclaire l'intérieur. Lorsque l'on est ainsi protégé, on sensibilise dans une cuvette qui s'adapte à l'intérieur du couvercle et l'on développe dans une autre que l'on place dessus la première, ayant bien soin de les séparer par un carton ou une feuille de caoutchouc. Le résidu du développement se jette ensuite en soulevant un coin de la toile.

Ce modèle ne comporte aucune partie inutile ; il résiste bien au vent par les points d'appui fermes du pied, mais il a l'inconvénient de la chaleur inhérent à tous ceux qui ont les mêmes éléments de construction, si l'on s'établit en plein soleil ; l'exiguité des proportions est aussi commune avec tous ceux de ce type.

Pour l'amateur désirant réduire son bagage à la plus simple expression, pouvant se résoudre à n'employer que la dimension quart de plaque (9 × 12) ou le format carte de visite, n'ayant besoin que d'une épreuve toute petite, ou qui destine le négatif obtenu à être agrandi au retour à l'atelier, le volume est susceptible d'être amoindri. Cette restriction permet de diminuer le laboratoire à une proportion telle, qu'il n'a plus que le volume d'un hâvre-sac de soldat, se portant sur le dos. C'est une boîte en bois dont la face externe s'ouvre en formant tablette; un pied réunit sur un triangle la caisse et la tablette à angle droit avec une assez grande fixité pour résister aux vents et ébranlements divers, les instruments sont logés dans la capacité qui reste verticale. Une d'entre elles con-

tient même la petite chambre noire; elle se place sur le sommet du laboratoire, position qui fait éviter le transport d'un pied spécial. Un grand voile de soie verte, extérieurement double, recouvre le tout en forme de cloche sous laquelle on manipule ; dans la partie qui correspond au milieu un jour d'étoffe



Laboratoire pour le collodion humide en plein air pouvant se porter sur le dos.

jaune l'éclaire; tandis qu'à côté, une ouverture laisse passer l'objectif de la chambre noire. Si l'on est à l'étroit ainsi enveloppé, on a du moins l'avantage de ne pas être obligé de sortir et de rentrer au moment du transport de la glace sensibilisée à la chambre noire placée extérieurement. La glace passe directement du bain sensibilisateur dans le châssis. Le laboratoire fermé présente l'aspect d'un sac au dessus duquel le voile ou tente est roulé et retenu par des courroies; le pied se porte à la main comme une canne.

On a fait de nombreux essais dans l'emploi du collodion humide en plein air sans laboratoire, c'est-à-dire avec des combinaisons mécaniques, dont les succès n'ont pas été convainquants pour les admettre sans réserve. Ainsi on met une glace collodionnée dans un bain d'argent vertical, d'où il passe à la chambre noire ; après exposition, un même jeu de coulisses le précipite dans une cuvette contenant le développateur; elle en sort terminée pour les opérations qui ont lieu à l'abri de toute lumière actinique. Cet escamotage, tout ingénieux qu'il semble, empêchant de suivre les phases du développement, présente le grave inconvénient d'enlever au photographe le talent dans la subtilité de son art. Les boîtes à manches sont une transaction entre ces deux extrêmes ; au lieu d'être environné tout autour du corps par la toile de tente, on n'introduit que les deux mains à travers des manches en étoffe, pendant qu'on surveille la venue de l'épreuve par une lucarne munie d'un verre jaune, ou qui s'ouvre par simple application du front.

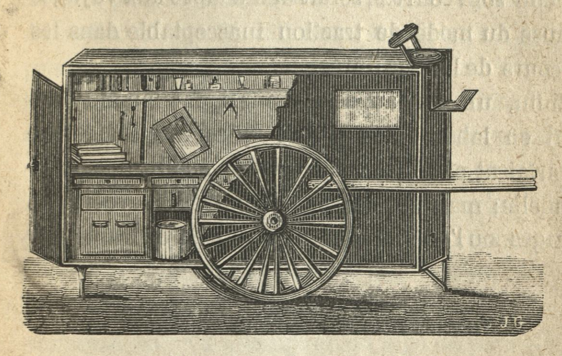
LABORATOIRE AMBULANT.

Se faire suivre d'un laboratoire bien organisé, toujours prêt, est le meilleur moyen pour alléger les inconvénients du travail extérieur ; une voiture seule est apte à donner ce résultat. On évite ainsi une limite dans les dimensions des glaces et la rareté de l'eau, dont la provision gêne peu quand elle est transportée aussi facilement ; on ne regarde pas

avec autant de parcimonie à se charger d'accessoires qui facilitent les manipulations. L'atelier ambulant rachète bien par sa commodité son établissement un peu dispendieux ; mais il a le grand désagrément de n'être utilisable que dans les pays pourvus de routes carrossables; il ne peut s'en écarter si l'on veut prendre une vue dans un endroit inaccessible aux voitures. Celui qui envisage plus particulièrement les scènes de la nature que les monuments et les curiosités des villes est conduit par ses travaux loin des routes ; dans les études géographiques plus particulièrement, il traverse les mers, voyage dans les pays dépourvus de moyens de communication, dans lesquels le laboratoire ambulant ne peut le suivre. Comment pourrait-on prendre ces vues panoramiques embrassant toute une contrée, si l'on ne fait pas l'ascension des points les plus élevés, généralement inabordables par des routes tracées ?

Les modèles nombreux variables suivant l'habileté et l'installation de chacun, ont généralement le défaut de se trop soumettre à des formes dictées plutôt par la carosserie que par la photographie. Ce doit être une vaste caisse montée sur ressorts, reposant sur un essieu coudé, l'élevant le moins possible au-dessus du sol, de façon à rendre l'entrée et la sortie aisées par une porte plus large que ne le sont celles de cette nature. Une partie de l'intérieur est réservée en couloir, permettant de se tenir debout, ayant devant soi une table d'opération, dont le dessous est disposé pour recevoir les objets les plus encom-

brants et la partie supérieure agencée selon les exigences du matériel léger, tels que cuvettes, flacons, accessoires divers. En face de l'évier sur lequel on développe, on ménage un carreau jaune avec rideau, destiné à graduer l'introduction de la lumière suivant l'intensité voulue. Pendant les manipulations la sta-



Laboratoire ambulant pour la photographie en voyage.

bilité nécessaire ne s'obtient qu'en fixant antérieurement et postérieurement une cale à vis. Tous les objets intérieurs seront placés dans des compartiments et retenus contre les mouvements brusques, autant que contre la trépidation constante qui les fait bien vite sortir de leur place. Un système de ventilation, établi sans laisser pénétrer la lumière, est une précaution utile pour éviter la chaleur concentrée qui se produit, si l'on est exposé au soleil d'été.

Entre le laboratoire-voiture et le laboratoire portatif, il existe un intermédiaire ; c'est une sorte de brouette basse montée sur quatre roues traînée par

un homme ; le dessus est organisé de telle sorte qu'il forme une tente, à l'abri de laquelle l'opérateur, étant debout devant elle, se trouve dans un espace obscur. Le dessous renferme tout le matériel. Ce système employé avec quelque avantage par les photographes dans les villes, quand les distances à franchir sont courtes, serait mal adapté aux voyages à cause du mode de traction inacceptable dans les parcours de longue durée.

Enfin, un bateau serait aussi facilement converti en laboratoire, si les vues à prendre ne s'écartaient pas de la voie fluviale, condition exceptionnelle; mais qui peut se rencontrer dans certains voyages, où l'on n'a pas d'autre moyen de transport.

NÉGATIFS DESTINÉS A ÊTRE AGRANDIS.

On a cherché la solution de la question d'en combrement du matériel, en proposant de n'emporter que ce qui est nécessaire pour obtenir un tout petit négatif, devant être agrandi au retour par des appareils spéciaux. Plusieurs auteurs croient que l'avenir de la photographie est dans la solution pratique de l'amplification. Avec les moyens optiques que l'on possède, on arrive à produire une petite épreuve du format carte de visite d'une netteté absolue, et si l'on en opère l'agrandissement à l'aide d'un bon appareil, on fait une épreuve atteignant cinquante centimètres et même un mètre de haut, avec une perfection souvent plus grande qu'obtenue directement. On n'arrive à ce résultat qu'avec un

petit cliché, non-seulement excellent comme netteté, mais développé en conséquence ; trop intense, les rayons solaires ne passent pas, l'épreuve agrandie est terne ; trop léger, la lumière est trop vive, les détails manquent, l'image est empâtée. Il importe donc d'être expérimenté dans son art, de la réunir malgré peu de commodités, et ensuite de continuer à l'atelier le travail extérieur, dont ce n'est que la première partie ; donc deux outillages au lieu d'un seul et deux opérations au lieu d'une. C'est à chacun à se pénétrer de l'opportunité personnelle de cette application.

M. Bertsch a construit spécialement pour les clichés destinés aux paysages, de petites chambres noires où l'on ne met jamais au point ce qui s'obtient par une mire et un niveau à bulle d'air, conservant l'horizontalité, en même temps qu'on juge du paysage qui sera compris sur le négatif ; si les premiers plans sont situés à plus de huit mètres de l'objectif simple, on aura une vue aussi exactement mise au point qu'avec un verre dépoli. Cette chambre se place sur un pied qui se replie en un volume insignifiant. Le laboratoire est une boîte de 40 centimètres de long sur 15 de large et 30 de hauteur, il renferme le nécessaire, contenant la chambre noire et les flacons. La boîte-nécessaire étant plus profonde que l'épaisseur de la chambre noire, le dessous reçoit une boîte à glaces. Le côté postérieur est un verre jaune orange par lequel on suit ses propres opérations, les yeux protégés d'un abat-jour abritant de la trop grande lumière. Le côté antérieur est formé d'une plan-

chette mobile enfilée au bras de l'opérateur et retenue par une manche noire à poignet en caoutchouc; elle entre exactement dans une feuillure qui règne tout autour du devant de la boîte. Dans un double fond se trouve une cuvette destinée au bain d'argent, et une autre au développateur.

Les petits clichés s'agrandissent au moyen d'un *mégascope* à éclairage achromatique parallèle, donnant un faisceau de lumière d'une grande pureté, ce qui permet d'éviter toute réfraction chromatique et d'obtenir une image également éclairée du centre à la circonférence. Les rayons solaires réfléchis par une glace extérieure au laboratoire obscur, traversant le négatif maintenu dans un cadre mobile, projettent l'image amplifiée sur un écran tendu de papier blanc et supporté par un chevalet vertical, que l'on avance ou que l'on recule suivant la dimension que l'on veut donner à l'épreuve. On lui substitue la glace collodionnée ou le papier sensibilisé, après avoir réglé soigneusement la mise au point.

OBSTACLES DANS LES MANIPULATIONS EN COURS DE VOYAGE.

Ce serait une erreur, pouvant entraîner des conséquences fâcheuses, que de partir pour une campagne photographique, sans avoir acquis préalablement les notions suffisantes et l'expérience d'une pratique de quelque temps. On se trouverait en présence d'une foule de difficultés de détail, dont il

n'y aurait aucune solution possible, par suite de l'isolement. Les manipulations s'apprennent rapidement sous une direction bien choisie, mais comme à chaque instant des incidents nouveaux surgissent, leurs causes impraticables, quand on n'a pas étudié suffisamment les procédés opératoires, mettent dans un grand embarras et compromettent le succès. Dans le travail d'atelier, les tâtonnements sont une étude, tandis qu'en cours de voyage on doit agir avec rapidité et sûreté, malgré qu'on soit placé dans des circonstances défavorables.

Comme tout l'art du photographe se résume dans la manière d'obtenir un bon négatif, il se pénétrera des moyens à mettre en pratique pour y arriver dès la première pose. Ils consistent principalement dans la sympathie relative qui existe entre les différentes substances chimiques combinées entre elles pour produire l'image. Le collodion, base des opérations, est un élément variable; il se modifie en vieillissant, subit des métamorphoses inattendues en voyage par suite du transport et des variations de température. Quelques fabricants en composent qui sont éprouvés, mais auxquels on ne peut accorder de la confiance qu'après en avoir fait usage. Il vaut mieux avoir sous la main les éléments nécessaires pour le composer soi-même suivant les besoins. Dans les climats à température élevée, la chaleur est telle que l'éther bout constamment; on est obligé de prendre du collodion alcoolique où l'éther n'entre plus que pour un quart. Il ne doit être employé que parfaitement filtré ou décanté; le transport fait

que les impuretés flottent dans le liquide au lieu de se déposer. Le bain d'argent est moins délicat, pourvu qu'il soit légèrement ioduré par l'immersion d'une ou deux glaces collodionnées ; bien filtré et au titre de 8 pour cent, il fonctionne bien. Quand il est chargé de matières étrangères par suite de l'usage, il n'y a qu'à l'exposer au soleil dans une cuvette de porcelaine, ce qui le précipite ; on le filtre au coton, pour lui rendre sa limpidité. Le développateur à choisir de préférence est l'acide pyrogallique ; il convient particulièrement aux travaux extérieurs consistant spécialement en vues ; on élude ainsi le renforcement, conséquence inévitable de l'usage du sulfate de fer et du lavage multiplié. Il donne autant de finesse que ce dernier, évite les aspects ternes et gris, en faisant ressortir avec fermeté les saillies peu accusées. Cependant, dans certains cas, l'on manque de lumière, l'acide pyrogallique serait incapable de donner au négatif l'intensité voulue ; il faut alors avoir recours au sulfate de fer, suivi de l'inévitable opération subséquente de renforcement. La question du lavage intéresse vivement l'opérateur en plein air, puisqu'il est condamné à emporter avec lui une provision d'eau importante, suggestion pouvant devenir bien contrariante dans beaucoup de circonstances où il est obligé de l'apporter de très-loin. Son usage est inévitable, seulement il est possible de le restreindre tellement, que le transport ne soit pas une aggravation à celui, déjà si peu commode du reste, du matériel. Après le développement parvenu à terme,

quelques centimètres cubes d'eau versés sur la glace et promenés à la surface à plusieurs reprises suffisent pour laver la couche. Elle n'est certainement pas bien lavée, mais elle l'est suffisamment provisoirement; l'image formée ne s'altérera pas, étant simplement garantie de la lumière dans la boîte à glaces. L'iodure restant ne subit plus son influence. Quand plus tard l'eau sera abondamment à la disposition du voyageur, il terminera les négatifs en les lavant complétement et fixant à l'hyposulfite de soude, préférablement au cyanure. et lavant définitivement l'argent fixateur. Pour attendre quelque temps ce finissage du négatif, abandonnant à elle-même la couche de collodion, en partie désagrégée par l'action du développateur, on veillera à ce qu'elle ait par sa propre nature une consistance suffisante; les vieux collodions sont sujets à s'exfolier au moment de la dessiccation. La dernière de toutes les manipulations que subisse le négatif, c'est le vernissage; le vernis ne s'étend bien qu'avec une glace légèrement chauffée au-dessus du feu ou de la lampe à alcool, opération simple qui cependant présente quelques inconvénients inhérents au manque d'installation organisée. Une solution de gomme arabique préserve bien suffisamment, jusqu'à ce que plus tard, étant à son aise, on entreprenne dans une seule et même séance, le vernissage complémentaire d'un grand nombre de glaces.

Le transport des glaces est un des sujets les plus grands d'encombrement, tant à cause de leur poids

que de leur fragilité. Leur volume s'accroît aussi par la nécessité de placer dans des rainures, celles qui sont blanches, comme celles qui sont converties en négatifs; pour les grandes dimensions, le volume qu'elles occupent est de plusieurs fois supérieur à celui du reste du matériel, surtout si l'on accomplit une longue excursion pour laquelle deux ou trois cents glaces sont utiles, en tenant compte de la casse probable d'un certain nombre. En diminuant leur épaisseur, quelquefois exagérée, on diminue le poids et en mettant en caisse, sans boîte à rainures, le complément en vue des avaries, on réduit d'autant son bagage.

Il existe ainsi une quantité de soins qui demandent une minutieuse prévoyance; ils impliquent de la part de celui qui veut rapporter de bonnes photographies, une certaine habitude autant dans la manipulation que dans l'organisation du transport des instruments nécessaires. Ce n'est qu'avec une pratique de quelque temps du premier voyage, qu'il parviendra à juger des obstacles qui s'élèvent devant lui.

III

LEVÉS TOPOGRAPHIQUES.

APPAREILS PHOTO-TOPOGRAPHIQUES.

Depuis les premiers moments où la photographie fit apprécier toute sa valeur dans les applications aux arts et aux sciences par son exactitude, on songea à la substituer aux travaux graphiques dans le lever des plans. Dès 1839 Arago disait : « que les images photographiques étant soumises dans leur formation aux règles de la géométrie permettront, à l'aide d'un petit nombre de données, de remonter aux dimensions exactes des parties les plus élevées, les plus inaccessibles des édifices... Nous pourrions, par exemple, parler de quelques idées qu'on a eues sur les moyens rapides d'investigations que le topographe pourra emprunter à la photographie... » Les chercheurs se heurtèrent de prime abord à une grande difficulté, qui annulait le bénéfice de cette reproduction automatique. Comment trouver une station assez élevée verticalement, du haut de laquelle on obtiendrait

ainsi une portion du territoire sous-jacent? Exceptionnellement on a à sa disposition des pics culminants accessibles, du sommet desquels on pourrait obtenir une vue plongeante sur un ensemble de territoires. Mais ce panorama, précieux du reste, n'a aucune relation avec les exigences de la géométrie plane ; en admettant d'autre part la possibilité d'opérer d'un point théorique élevé dans les airs, d'où la photographie embrasserait la surface à relever, plusieurs obstacles se présenteront : on obtiendrait bien une projection horizontale dans les dimensions voulues ; mais elle aurait encore besoin d'être accompagnée d'un levé topographique pour fixer l'échelle par l'établissement d'une base. Les arbres ou les plis du terrain dissimuleraient aussi les groupes d'habitations, dont l'importance est notable. Il résulterait de la projection du faisceau conique des rayons qui forment l'image dans la chambre noire, que certains reliefs de terrain ne seraient pas sensibles.

Les saillies seraient trop planimétriques, si l'on ne savait pas profiter de l'éclairage. On devrait combiner le moment où le soleil venant projeter une ombre, sous une inclinaison de 15 à 20 degrés, ferait ressortir des détails intéressants, qui passeraient inaperçus de cette position zénithale. Comme exécution pratique pour opérer ainsi élevé dans l'atmosphère au-dessus de toute une région, un aéronaute, M. Nadar, a eu la fantaisie de fixer au fond de la nacelle d'un ballon une chambre noire dont l'objectif embrassait toute la surface du terrain.

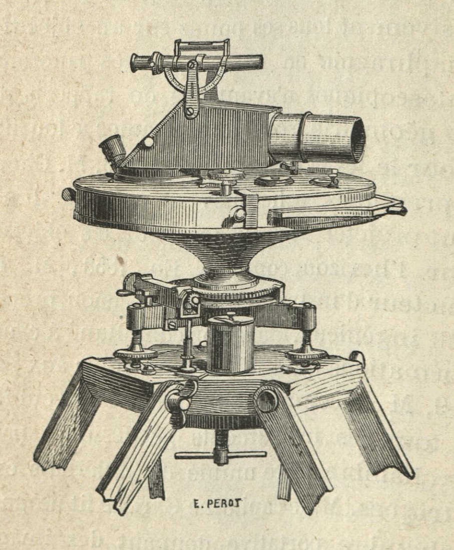
Outre la difficulté de se placer dans une position voulue, puisque l'art de diriger les ballons est impraticable, il faudrait opérer instantanément, au hasard, en passant, à une hauteur qui n'est pas à la convenance de l'opération, dans des circonstances tellement défavorables que ce moyen ne mérite d'être mentionné que pour témoigner des expériences faites.

En 1835, M. Martin construisit un appareil panoramique donnant un demi-tour d'horizon, au moyen d'un monvement d'horlogerie qui présentait successivement tous ses points sur un objectif muni d'un diaphragme en fente. Les vues panoramiques ou pantascopiques n'ayant pas de rapports directs avec la géométrie, sont impuissantes à fournir une base pour le lever des plans. En 1856, M. Chevallier fit ses premières recherches sur une chambre noire pouvant projeter en vraie grandeur les objets, dans un tour l'horizon complet. En 1858, M. Porro, constructeur d'instruments de précision, proposa un appareil ingénieux, mais trop compliqué à cause des transformations qu'il fallait faire subir aux images. En 1859, M. le commandant Laussedat voulut remplacer tous les instruments géodésiques par une simple chambre noire munie de différents organes géométriques. M. le capitaine Carette fit usage d'une petite chambre portative donnant des images de cinq centimètres, mise de niveau au moyen d'un niveau sphérique ; pendant qu'il prenait des vues, l'opérateur mesurait les angles avec un sextant de poche. Les images étaient très-petites et l'auteur se

servait directement du négatif pour obtenir les abscisses et les ordonnées des différents points de la perspective. Ce n'était pas un appareil topographique, mais simplement un relevé par la chambre noire, au lieu de fixer des stations sur le croquis.

PLANCHETTE PHOTOGRAPHIQUE DE M. A. CHEVALLIER.

Le plus sérieux des appareils qui furent construits dans le but de faire de la topographie par la photo-



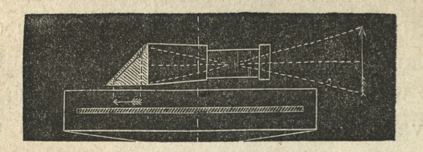
Planchette photographique de M. A. Chevallier
(Construite par M. Duboscq).

graphie, le plus perfectionné fut la planchette de M. A. Chevallier ; elle donne à la fois sur l'image

le point de station, les orientements des signaux et les différences de niveau, de sorte que la construction du plan se fait sans déterminations géométriques auxiliaires. On a à chaque station un rapporteur spécial fourni photographiquement par l'ensemble des signaux à relever, que l'instrument enregistre automatiquement selon les écartements angulaires où l'œil les perçoit de la station choisie. Ce résultat est obtenu en promenant autour de l'horizon, par un mouvement d'horlogerie, un objectif vertical qui reçoit les images des signaux situés autour de la station. Reçues ensuite par un prisme à réflection totale solidaire avec l'objectif, ces images sont renvoyées de haut en bas à travers une fente placée au-dessus d'une glace sensibilisée et horizontale. L'axe de cette fente fait partie du plan vertical mobile qui contient à la fois l'axe optique de l'objectif et le centre autour duquel il se promène en azimut. La fente s'ouvre automatiquement et sans secousses, après que le prisme et l'objectif ont déjà acquis un mouvement circulaire uniforme. Quand le tour d'horizon est terminé, cette fente se ferme d'elle-même, et l'on peut tourner horizontalement tout l'appareil, jusqu'à ce que l'aiguille d'une boussole attachée coïncide avec le zéro de son cercle divisé. En ouvrant alors un diaphragme spécial, on laisse la lumière tracer sur le bord de la glace un trait qui ajoute à l'épreuve la direction du méridien magnétique. Cette précaution sert à orienter le rapporteur photographique et permet au dessinateur du plan définitif, de se retrouver dans la

combinaison ultérieure de plusieurs tours d'horizon.

Dans ce cercle d'images photographiées, tous les signaux conservent entre eux les vrais écartements angulaires sous lesquels on les voit dans la station. Pour les cas rares où un signal serait trop haut ou



Marche des rayons lumineux dans la formation de l'image sur la planchette photographique.

trop bas par rapport à l'objectif, une petite lunette à éclimètre, mobile autour d'un bras horizontal et qui surmonte tout l'appareil, permet de rapporter ce signal à un jalon placé dans le champ de l'instrument. Enfin une ligne déliée, produite par un fil situé à la hauteur de l'axe optique, montre tous les points du panorama photographique dont l'altitude est égale à celle de la station où l'on opère. En mesurant la distance de cette ligne au sommet de chaque signal et en s'aidant d'une table numérique, on obtient aisément les altitudes relatives. L'usage de tout cet appareil n'exige d'autre connaissance spéciale que celle de la photographie.

La planchette affranchit l'opérateur de ces fautes d'attention, si souvent difficiles à reconnaître ou même à délimiter quand on s'en doute après coup. Elle jouit du précieux avantage des appareils auto-

matiques, car la lumière s'y charge elle-même de faire les observations. De plus, on peut tirer d'un seul cliché autant d'épreuves qu'on voudra et plusieurs dessinateurs rédigeront ainsi au besoin un même plan en expéditions multiples. Les méthodes de contrôle sont toujours précieuses pour constater les faits, et celle que nous venons de mentionner ne peut s'employer lorsqu'on a opéré au théodolite, ni à plus forte raison quand on a fait des levés avec la planchette d'arpenteur. Au lieu des levés discontinus et si souvent insuffisants, on obtient une véritable intégration en azimut et en même temps une courbe d'égal niveau que le cliché donne sans calcul préalable. L'inventeur a ajouté à son appareil une boussole qui donne l'angle à 3° ou 4° près. Il s'est aussi ménagé le moyen d'entourer chaque épreuve d'une division en degrés imprimés photographiquement au moyen d'une glace type. Cette addition est de luxe, mais il plaira aux personnes que l'habitude amène à considérer avant tout les angles azimutaux (Rapport de la Commission de l'Académie des sciences, avril 1869).

Dans la pratique de la planchette, il est besoin d'avoir des connaissances topographiques et photographiques toutes deux liées intimement ensemble, à moins de diviser les relevés entre deux opérateurs distincts travaillant sous la même impulsion.

« L'appareil étant en station, on cherche au moyen de l'équerre portée par le tube, un signal qui se rapporte sur la glace sensible avec les objets du voisinage ; l'image du signal sera recouverte par celle

du crin placé dans le plan principal : si l'on fait ensuite tourner l'instrument de manière à l'amener dans la direction d'un autre signal, la plaque sensible étant restée fixe, il est bien évident que l'angle des deux signaux avec la station sera tout tracé sur l'épreuve par la double image du crin principal ; l'autre crin donne en même temps, sur les deux images, les traces du plan horizontal de l'axe optique du prisme. On comprend dès lors comment avec deux images faites aux extrémités d'une base mesurée, on relèvera tous les points visibles de cette base, avec toutes les données nécessaires pour les reporter sur le plan et calculer leur cote : les points étant ainsi déterminés serviront à leur tour de stations secondaires et ainsi de suite. Mais les images ainsi obtenues, comme toutes celles données par les lentilles, ne sont pas des perspectives exactes ; de sorte que les distances angulaires se trouvent un peu altérées pour tous les points qui ne sont pas recoupés par le crin principal. Cependant la portion centrale jusqu'à 10°, les donne avec une approximation reconnue suffisante pour tous les instruments d'optique. En resserrant assez les limites du secteur écran, on retranche donc de l'image les parties inexactes, et l'on peut négliger complétement les corrections aux bords qui sont plus petites que les erreurs graphiques inévitables dans la construction du plan. » (A. Jouart.)

Comme résultats obtenus dans la pratique on peut citer le levé du château de Pierrefonds avec vingt et une stations rapporté par M. Wyganowski, inspec-

teur des travaux. On sait combien l'œil de l'artiste est sévère à l'égard des légères imperfections dans les proportions d'un travail d'art, où chaque relief conserve sa vraie grandeur pour donner un ensemble harmonieux. Ce plan comparé avec d'autres plans originaux conservait l'exactitude de toutes les proportions. Avec le même instrument, M. Mouchez, capitaine de vaisseau, et M. Paté, capitaine du génie, levèrent le plan partiel des environs de Toulon, où ils reconnurent une erreur dans le plan directeur auquel fut comparé le levé à la planchette. Le plan de l'hippodrome de Longchamps, levé également par le même procédé, indiquait tout l'avantage qu'il conserve en terrain de plaine et comme contrôle des plans déjà exécutés.

En résumé, la planchette photographique abrége beaucoup le temps consacré aux opérations sur le terrain, d'où les intempéries et tant d'autres accidents bannissent le calme et le loisir. On y réalise aussi une économie notable dans le personnel et dans les délais nécessaires pour la confection des plans. En effet, c'est une machine à levés topographiques, qui introduit dans la planimétrie une révolution heureuse et complète. Cet appareil laisse à désirer pour les manipulations qu'on voudrait parfaire à chaque station et dès l'achèvement du tour d'horizon. Une modification dans le châssis peut tout changer avec l'emploi du collodion humide, mais aussi on augmente son bagage en traînant avec soi le laboratoire muni de tout son matériel.

EMPLOI SIMULTANÉ DU THÉODOLITE ET DE LA CHAMBRE NOIRE.

Faire le levé d'un pays, c'est chercher les éléments de la projection horizontale des divers points de sa surface. La méthode la plus employée est celle qui consiste à prendre des croquis aussi exacts que possible de petites portions de terrain qu'on relie les unes aux autres au moyen de points déterminés avec tous les éléments géométriques nécessaires pour pouvoir ensuite rapporter le plan. Les points remarquables tels que rochers, arbres isolés, clochers, maisons, sommets de montagnes, sont des signaux naturels, auxquels on ajoute des jalons quand ils ne répondent pas au but qu'on se propose. La *reconnaissance* est la partie principale du travail ; le topographe commence par parcourir le terrain à relever, de manière à se former une idée approximativement exacte de la situation respective des points importants qui doivent servir de repères et sur lesquels porteront la plupart des opérations trigonométriques subséquentes ; il serait à désirer que l'on ait préalablement une notion telle des localités, qu'avant de commencer, le croquis soit dressé à peu près comme le sera la carte après les opérations, qu'en quelque sorte elle soit mentalement photographiée. Pour aider à se débrouiller du chaos que présente quelquefois l'exécution d'une reconnaissance, on se

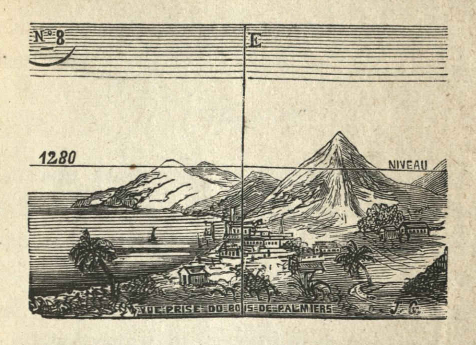
repèrera sur une base telle qu'une route, un cours d'eau, des sommets importants et l'on dessinera le figuré du sol en se tournant toujours vers le Nord ; conservant ainsi l'orientation normale, on éprouvera une facilité notable pour se retrouver. On relie ensuite ces points qui ne sont déterminés qu'à simple vue, trois à trois, par des droites formant un réseau continu de triangles qui recouvrent toute la contrée. Cela fait, on mesure directement l'un des côtés de l'un des triangles et les angles de tous les triangles, puis, au moyen de la trigonométrie, on calcule la longueur de tous les côtés des triangles, supposés projetés sur un plan horizontal. La vérification se fait par la mesure directe du côté d'un autre triangle aussi éloigné que possible du premier. Les points secondaires s'appuyant sur ce premier réseau complètent les opérations d'ensemble, jusqu'à ce qu'on n'ait plus qu'à insérer dans l'intérieur des triangles des levées de détails.

Malgré l'application ingénieuse d'instruments photographiques, il n'en subsiste pas moins une impérieuse nécessité, pour celui qui lève un plan, de connaître la contrée ; tantôt il doit éliminer ce que la brutalité de la lumière a donné avec trop d'ampleur ou élucider les caractères notoires qu'elle a confondus; tantôt il doit suppléer par ses propres observations à ce qui manque dans l'ensemble d'une épreuve. Les instruments qui ont pour but de faire servir conjointement l'objectif de la chambre noire avec le limbe d'un théodolite ne réalisent pas complète-

ment ce qu'on en attend. Dans cette double opération, il y aurait simplification à restituer au photographe la charge de prendre des vues, et au topographe celle de faire ses relèvements ; les deux peuvent aller ensemble sur le terrain sans se nuire. Quand un tour d'horizon a été fait à un point avantageux, pour prendre une épreuve de quelque importance, on le complète en rapportant une vue dans laquelle la perspective est toujours exacte. Les points choisis comme signaux y sont déterminés, non pas par l'intersection de deux lignes qui, se croisant, forment un angle, comme le permettrait un levé géométrique, mais leur direction peut se retrouver par une épure élémentaire de perspective tracée sur l'épreuve ; sans même résoudre ce petit problème, elle aidera le dessinateur à représenter dans l'intérieur des triangles de deuxième et troisième ordre, les détails qui sont échappés au moment de la reconnaissance et rectifier ceux qui ont été placés sur le croquis d'une manière erronée. Si le levé est fait dans un pays peu connu, dont la configuration gagnerait à être démontrée par des vues pittoresques, on ne regrettera pas le léger surcroît de complications dans le travail.

Ceux qui débutent dans les levés de plans éprouvent au premier abord des vicissitudes par l'embrouillement de faire concorder entre elles les différentes stations; avec la planchette ordinaire surtout, qui se rapproche dans son principe des vues à plans multipliés que donne la photographie, cet inconvénient est bien plus sensible encore. En rappor-

tant un grand nombre d'épreuves, concordant avec un relevé géométrique, on ne s'y reconnaîtrait pas si l'on ne se fiait simplement qu'à sa mémoire, et d'autre part on serait fort embarrassé pour les mettre en rapport avec les coordonnés. On évite ce désordre en ne prenant uniquement des vues que dans l'alignement des quatre points cardinaux ; la



Spécimen des repères et indications nécessaires à inscrire sur les épreuves concordantes avec des points relevés.

position de la chambre noire peut également se régler par une boussole volante qu'on place dessus, ou par le théodolite qui sert concurremment. L'objectif est muni de deux fils qui se croisent à angle droit, dont la trace sur l'épreuve est une garantie de rectitude. Quand le négatif est terminé, on inscrit au bas avec une pointe, enlevant finement la couche de collodion, la lettre qui désigne le relèvement suivant lequel était dirigé l'objectif, le numéro de la station correspondant avec celui du levé géométrique, et enfin, si on le juge nécessaire, on

écrit la désignation sommaire de la localité ; le tout tracé à l'envers de façon qu'au tirage les lettres se présentent dans leur position naturelle. En choisissant le moment où la couche est déjà sèche, on obtiendra des caractères nets.

IV

PROJECTIONS VERTICALES.

NIVELLEMENT.

Dans son ensemble, la topographie est envisagée sous deux aspects différents; pour la manière de représenter le terrain aux yeux de ceux qui liront les cartes et ensuite pour la rapidité des procédés en usage. Un plan n'est que la moitié d'une représentation géométrique, la projection verticale a besoin de la compléter. Les courbes horizontales et même les hachures d'un relief soigneusement traduit ne rendent qu'imparfaitement les caractères distinctifs de certaines configurations plus compliquées.

La chambre noire ordinaire des photographes, munie de quelques appareils auxiliaires, est applicable aux opérations qui ont rapport au nivellement. On ajoute un niveau à bulle d'air, un instrument goniométrique et deux fils croisés devant l'objectif, l'un dans le plan horizontal, l'autre dans le plan vertical. Le fil horizontal donne la trace d'un plan de comparaison auquel on peut rapporter toutes les

hauteurs ; d'autre part, l'altitude d'un point au-dessus de ce plan est déterminable par la distance du point à la station et l'angle visuel de ce point. Le plan donne les distances ; on trouve la tangente de l'angle en le comparant au rapport de l'image à la distance focale. Soit la formule $x = m\,d\,\frac{h}{f}$, où $\frac{l}{m}$ est l'échelle du plan, d la distance du point à la station mesurée sur le plan, h la hauteur au-dessus de l'horizon mesurée sur l'image et la distance focale, quantité restant constante pour un objectif comme celui avec lequel on opère.

Le problème se présente à la photographie sous ce sens : la chambre noire étant placée dans une position horizontale dont on connaît la cote d'altitude, prolonger ce plan, afin d'y rapporter les cotes des plans inconnus. Ce plan n'est pas rigoureusement exact à cause des anamorphoses des horizontales et de la dénivellation croissante avec la distance. Ces deux défauts ont leur solution dans les mathématiques, mais à moins d'utilité spéciale, rare dans les travaux de ce genre, la complication se reportant sur un grand nombre de stations embrouillerait l'ensemble d'un nivellement ; l'erreur d'appareils jointe à ces causes indique que si l'on rencontre dans la production d'une épreuve des éléments d'information sur des différences de niveau, elles ne sauraient se substituer en totalité aux opérations graphiques du nivellement ; elles forment une appréciation de valeur très-variable suivant les acceptions dans lesquelles elles auront été prises.

En choisissant comme station un endroit élevé et

conservant naturellement l'appareil horizontalement, le plan-repère tracé par le fil tendu dans l'objectif se trouvant toujours couper l'image en deux dans le sens de sa hauteur ne s'arrêtera sur aucun sujet, il est situé dans l'espace à une distance trop grande du sol. En prenant une station dans un endroit bas, telle qu'une plaine environnée de montagnes, le plan-repère coupe dans la masse, sans laisser voir les contours supérieurs qui, se détachant sur le ciel, délimitent les reliefs en entier. Donc le succès et le bénéfice qu'on retira des épreuves résident presque entièrement dans le choix judicieux d'une station, condition peu aisée à résoudre, puisque la chambre est obligée de conserver toujours la position du niveau.

Les opérations, nécessairement toujours fort longues, de déterminer les courbes de niveau sur une saillie qu'on doit faire figurer par un relief sur la projection plane d'une carte, ont un auxiliaire dans la photographie. En effet, supposons une éminence dont on puisse, par le fait de sa nature, prendre plusieurs vues dans les alignements préalablement connus, sur lesquels on fasse passer la trace de plans de niveau ; on aura ainsi des données élémentaires qui faciliteront le tracé graphique des courbes de niveau, sur lesquelles, ensuite, on dessinera avec les hachures le figuré du terrain. La station d'où l'on prend une vue étant commandée par les exigences multiples, il s'en suit qu'elle ne sera pas en relation exacte avec les autres ; les effets essentiellement perspectifs donnés par l'objectif,

même avec la chambre noire placée de niveau, s'opposent à une interprétation exacte, puisque les reliefs du sol seront plutôt représentés comme ils paraissent que comme ils sont en réalité ; l'effet est atténué dans les panoramas plongeants admettant de nombreux premiers plans, au lieu que dans une vue de niveau les objets visibles à l'horizon s'agglomèrent les uns sur les autres avec confusion de tous les plans, ce n'est que par la différence d'intensité des teintes que l'on formule une appréciation. Malgré ces inconvénients, propres à jeter la défaveur sur la photographie, celui qui, les connaissant d'avance par expérience, sait les éviter, verra qu'elle fournit un moyen de contrôle donnant la faculté de compléter les études des reliefs par un véritable travail de photo-sculpture dont l'exactitude dépend du nombre d'épreuves qu'on a eu la possibilité de recueillir dans de bonnes conditions.

Tracer un relief rigoureux est le résultat d'opérations minutieuses, supposant la détermination d'un grand nombre de points dans les deux projections. Au contraire, le relief de fantaisie se trace à vue d'œil, suivant l'habitude d'évaluation plus ou moins avancée de celui qui a fait la reconnaissance du terrain. La méthode des courbes, qui ne sont autres que les traces parallèles des plans coupants équidistants, suppose la possession d'une carte ; tant vaut le plan, tant vaut le relief. On emploie alors des points cotés en altitude, ayant recours aux ordonnées verticales dont les extrémités donnent autant de points de la surface accidentée. Les épreuves photo-

graphiques aident à faire le relief, partie par fantaisie, partie par des ordonnées trouvées dans des endroits où elles se projettent en vraie grandeur relative. Elles aideront aussi à rectifier bien des idées fausses que les cartes donnent sur la configuration des montagnes. Citons l'exemple de M. Dana, qui reconnut sur une photographie du cône du Cotopaxi, prise de Lactacunga, que l'inclinaison de cette montagne est seulement de 27 degrés à droite et de 27 degrés à gauche. A l'aide de mesures faites sur les dessins publiés par M. de Humboldt, il n'a pas obtenu moins de 50 degrés, ce qui montre combien les dessins les mieux faits exagèrent la nature. Les images sont *optiquement* vraies, l'observateur le moins exercé ne confond pas entre eux les phénomènes orographiques.

VUES ORTHOGONALES.

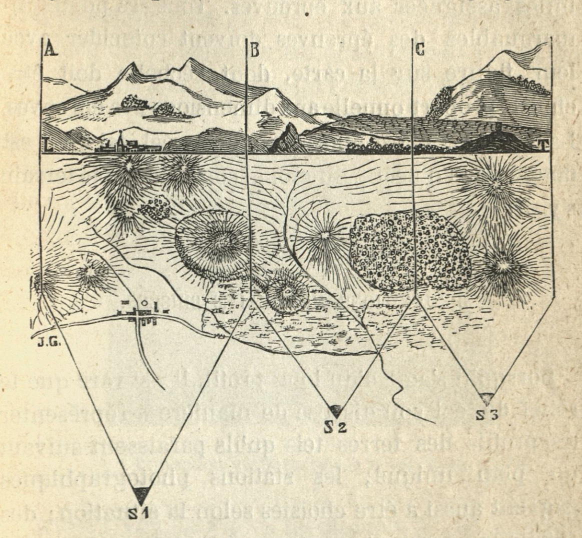
Il ne suffit pas pour donner une idée exacte de la configuration d'une contrée d'avoir recours aux procédés suggérés par le dessinateur, pour représenter avec des signes et un tracé conventionnel le relief du terrain; tout le monde n'est pas initié à son intelligence et dans d'autres circonstances ceux qui savent bien le comprendre ont besoin de développements complémentaires. La topographie demande pour éclaircissement de la carte des projections de chaînes de montagnes, l'hydrographie trouve un précieux document dans l'annexion de vues de côtes aux instructions nautiques, les grands nivellements

ont aussi recours aux projections verticales pour mieux déterminer les points culminants du profil.

Les vues orthogonales ne sont autre chose que la projection du terrain sur un plan vertical parallèle à une base de direction générale. Pour construire ces vues on trace sur la carte après l'achèvement de la topographie une ligne droite parallèle à la direction générale du massif, de la côte, ou du bassin à relever. Elle est considérée comme le tracé du plan de projection sur le plan horizontal; des perpendiculaires sont abaissées des points remarquables sur cette ligne et à partir de leur pied on porte des longueurs proportionnelles aux élévations absolues de ces points remarquables au dessus du niveau adopté. Les points principaux étant ainsi déterminés, on dessine la vue d'après des dessins, qu'il est mieux de remplacer par des photographies qui doivent être assez nombreuses. L'échelle de la vue, quant aux distances horizontales, est d'après la construction la même que celle de la carte; on prend aussi dans quelques circonstances une échelle double pour les hauteurs ce qui accentue les mouvements de terrain.

On conçoit que toute la physionomie et l'utilité d'une vue orthogonale prise par la photographie est intimement liée avec le plus ou moins de discernement dans le choix des points de vue; mal pris, ils seront peu rémunérateurs des peines qui en sont la conséquence et d'autant plus sérieuses que l'on est obligé de conserver la chambre noire de niveau, tout en se portant sur des points de vue de hauteur variable.

Les épreuves qui résultent d'un développement se collent les unes à la suite des autres, avec des raccordements faits le plus exactement possible. Mais à côté du travail photographique on n'aurait qu'une idée incomplète du groupement des plans dans la projection verticale, manquant de perspective par sa position géométrale même, si on ne plaçait pas



Spécimen de croquis de plan topographique mis en concordance avec une projection verticale fractionnée.

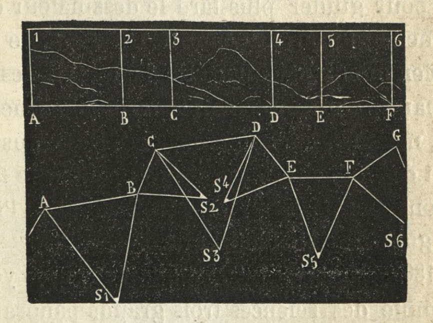
au dessous la projection horizontale, c'est-à-dire la carte ou même un simple croquis indicatif permettant de juger des distances et de la vraie grandeur de l'échelle de projection verticale; ce serait aussi un renseignement utile d'y placer les stations d'où l'on a pris les vues, autant comme construction gra-

phique que comme moyen de vérification. L'angle d'ouverture comprenant une portion variable de l'horizon y sera aussi figuré; on embrassera ainsi tous les différents plans de l'épreuve. Ainsi (Voy. la Fig.) S^1 S^2, S^3, sont trois stations différentes se raccordant entre elles à l'intersection de rayons qui les limitent; à ce point les perpendiculaires A, B, C, sont les limites assignées aux épreuves. Tous les points remarquables des épreuves doivent coïncider avec leur figure sur la carte, dont l'échelle doit être choisie proportionnelle aux dimensions des épreuves. La ligne L, T, est l'horizon, sinon réel, tel qu'il est donné par l'objectif, du moins compensé si le terrain s'y prête.

PROJECTIONS VERTICALES BRISÉES.

Lorsqu'il s'agit d'un long profil, il est rare que le relief du sol soit disposé de manière à représenter les profils des terres tels qu'ils paraissent suivant un plan unique; les stations photographiques gagnent aussi à être choisies selon la situation; des détails qui seraient inaperçus si la station était très-éloignée sont rendus sensibles. Il est alors nécessaire d'adopter une projection suivant une ligne brisée. Dans ce cas l'annexion d'un croquis au dessous de la photographie est encore plus indispensable que précédemment. Une vue orthogonale correspondrait moins bien à cette exigence qu'un panorama développé et conservé de niveau. Il faut con-

cevoir un cylindre dont l'axe serait la verticale élevée au point où se trouve la station photographique, et la base ou cercle tracé dans le plan horizontal sur le plan passant par le même point. En joignant ce point aux différents autres qui composent l'ensemble d'une vue, toutes les lignes de jonction en perçant la surface du cylindre y traceront une représentation de la vue. Le développement de la surface du cylindre sur un plan tangent à cette surface donnera la vue telle qu'elle doit être.



Projection verticale brisée développée.

Ainsi (Voy. la Fig.), les stations S^1 S^2..... ayant pour plans de projections les lignes AB, BC, CD..., sont représentées verticalement par les lettres et numéros correspondants.

Les épreuves sont raccordés sur une même bande, indépendamment les unes des autres.

Chaque épreuve est ainsi un panorama commandé par la position horizontale, donnant une surface développable, très-avantageuse dans le tracé des vues

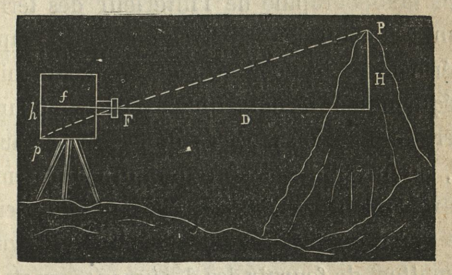
de côtes ou de chaînes de montagnes. A cet effet les glaces auront une longueur horizontale proportionnée à l'angle d'ouverture de l'objectif. Celui-ci est d'autant meilleur pour les vues étendues qu'il est plus ouvert; on fait des épreuves plus vastes, par conséquent moins répétées.

Les profils établis selon une ligne brisée ne sont pas un relevé définitif, comme sur un alignement correctement orienté; on ne peut attendre d'épreuves ainsi obtenues qu'un auxiliaire aussi exact que possible, pour guider plus tard le dessinateur dans la construction du profil définitif. On apprécie cependant bien mieux par une série d'épreuves les points culminants d'un système orographique que par le dessin, même à la chambre claire. Des cotes d'altitude et des indications écrites complètent le travail. Signalons comme exemple le nivellement de l'isthme Nicaraguien par M. Paul Lévy.

En 1865, M. A. Civiale mettait sous les yeux de l'Académie des sciences trois grands panoramas et un album de vues de détail des montagnes du Tyrol, prises dans des conditions nécessaires pour fournir des indications suffisantes à la géographie physique. Les vues étaient orientées et choisies de manière à reproduire le mieux possible la structure des roches, la disposition des couches du terrain, les formes et les pentes des glaciers, ainsi que la position des diverses chaînes de montagnes les unes par rapport aux autres. L'auteur s'était attaché à maintenir horizontal l'axe optique de l'instrument, afin que l'on puisse à l'aide des épreuves prises d'une même sta-

tion et d'une carte topographique déterminer les coordonnées d'un point quelconque par rapport au plan horizontal qui passe par cette station. Le procédé employé était le papier ciré sec.

« M. A. Civiale s'imposa pour les panoramas de placer la chambre noire horizontalement et prit une longueur focale uniforme pour toutes les épreuves composant un même panorama. On peut alors obtenir sans difficulté les hauteurs approximatives de tous les points par rapport à l'horizontale passant par le point de station. La hauteur de ce point est donnée par le baromètre (ou mieux l'hypsomètre) et l'horizontale se trace pour le panorama en faisant passer une ligne par les points milieux de toutes les épreuves



Mesure approximative des hauteurs des montagnes.
(Selon M. A. Civiale.)

qui le composent. Si l'on joint par une ligne imaginaire un pic de panorama naturel au point qui le représente dans l'image renversée de la chambre noire et si l'on suppose prolongé jusqu'à la verticale du pic, l'axe optique de l'instrument, le foyer de l'objectif sera le sommet commun de deux triangles rectangles, dont la comparaison sert à déterminer la

seule quantité inconnue. H est la hauteur réelle du pic au dessus de l'horizontale du point de station. Désignons par H et *h* les hauteurs parallèles qui forment les trois côtés des triangles rectangles composés; D les distances en mètres mesurés horizontalement sur la carte du pic au foyer F, *h* la hauteur du même pic au dessus de l'horizontale mesurée sur le panorama, *f* la longueur focale, grandeur constante; les deux triangles rectangles donneront la proportion $H : D :: h : f$, d'où $H = \frac{D \times h}{f}$, D, *h*, *f*, sont connus, on en déduit la hauteur H. »

VUES DE CÔTES.

Dans la topographie de l'intérieur des terres, la détermination du plan de niveau auquel on rapporte une série de projections verticales photographiques, est fréquemment incompatible avec la configuration du terrain. Les vues prises de la mer ont, au contraire, un niveau constant, toujours apparent s'il n'est exactement réel. Elles accusent nettement les points remarquables selon la perspective régulière et permettent de fournir des documents exacts dans les développements de vues de côtes annexées aux instructions nautiques. Ces panoramas nivelés, pris sous un grand angle d'ouverture, se rapprochent assez des vues orthogonales pour faciliter la reconnaissance d'une partie restreinte d'une côte aux points d'atterrage.

Les levées sous voiles avec ou sans stations à terre auront aussi au moyen de quelques épreuves les élé-

ments auxiliaires, pour construire sur la carte les positions des stations. Concurremment avec les relèvements au compas ou au théodolite, elles rempliront le même office que dans la topographie de l'intérieur. La difficulté principale réside dans le choix, souvent indépendant de la volonté, de la station d'où l'on prend la vue. Trop éloignée de la côte, la mer *noie* la terre, l'intersection du plan d'eau de la mer avec la base des rochers ou de la plage n'est pas visible à cause de la convexité. Trop près, la vue ne fournit pas au navigateur une indication correspondante à l'effet qu'elle lui produit en venant du large.

Prendre des vues à bord d'un navire n'est admissible que par une opération instantanée ; les oscillations auxquelles il est perpétuellement soumis concordent peu avec la fixité absolue requise pour la photographie ; ou bien il faudrait attendre l'un de ces moments de calme, dont les baies même les plus protégées ne sont pas favorisées selon les exigences du travail ; les vents, quelque insensibles qu'ils soient, et les courants inappréciables contribueraient toujours à donner une mobilité compromettante. Aussi la possibilité de prendre des vues en se plaçant sur le pont d'un navire est-elle négative ? Mais il n'est côte si régulière, qu'on ne trouve pas quelque îlôt, ne fût-ce qu'un rocher, où profitant du beau temps, on ne réussisse à s'installer. Suivant les dispositions dont l'opérateur est seul juge au moment opportun, il orientera ses vues dans les conditions les plus favorables en rapport avec le but qu'il se propose d'obtenir.

V

PANORAMAS.

CHOIX DE LA STATION.

Une vue panoramique n'est plus soumise aux mêmes données que les projections verticales ; aucune loi géométrique n'entravant le choix d'une station, il est nécessaire d'utiliser la liberté dont on a la jouissance pour rendre le mieux possible, photographiquement parlant, le paysage qui se forme dans l'objectif. La position la plus avantageuse est de se placer sur une éminence qui domine la campagne environnante ; élevé sur des sommets, on peut aisément prendre des *vues plongeantes*, en inclinant légèrement la chambre noire. L'opposition des premiers plans par rapport aux derniers qui se confondent avec l'horizon représente bien à l'imagination une topographie pittoresque. On remarque dans les projections verticales, combien toutes les saillies se tassent les unes sur les autres, sans indiquer autrement que par la vigueur des tons les distances qui séparent les différents points ; les vues plongeantes annulent ce vice de perspective.

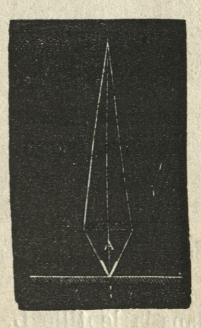
Il est important que le choix d'une station soit tel que le soleil éclaire la scène de la nature qu'on reproduit, par derrière ou sur le côté. En effet, si l'on dirigeait l'objectif dans la direction du soleil, la réflection compromettrait l'éclairage ; les objets n'apparaissent qu'à travers une teinte vaporeuse produite par cette même réflection. L'incidence des rayons lumineux, selon qu'elle est bien ou mal combinée, donne ou détruit toute la valeur d'un paysage. A moins que, comme sous les latitudes intertropicales, on ait le soleil au zénith une partie de la journée, il est avantageux d'attendre un moment où il soit incliné de 20° à 30° au dessus de l'horizon, car si les ombres étaient nulles, l'harmonie manquerait, puisque les différents plans ne se détacheraient pas ; de plus le feuillage qui, à cause du ton est toujours d'une réussite problématique, se groupe mieux. Tout l'effet artistique dépend donc de la position relative des rayons solaires avec la direction de l'appareil photographique. Étant dans l'obligation de prendre une vue directement dirigée vers le sud, il n'y aurait d'autre parti à prendre que d'attendre un moment dans lequel le soleil soit caché, et cependant que le temps soit clair.

S'il est possible de gravir des pentes escarpées avec le matériel, on se trouve récompensé, quand le sommet sur lequel on a jeté son dévolu domine bien le pays environnant. Quelquefois dans les régions montagneuses, la configuration orographique est tellement favorable que le regard plane sur les environs comme sur une carte immense étalée aux

pieds de l'observateur. La vue prise dans ces circonstances a une grande valeur ; elle édifie sur la constitution topographique de la localité avec une grande exactitude. Elle satisfait au désir naturel d'emporter avec soi le souvenir exact de ces grands tableaux de la nature.

CONSIDÉRATIONS OPTIQUES.

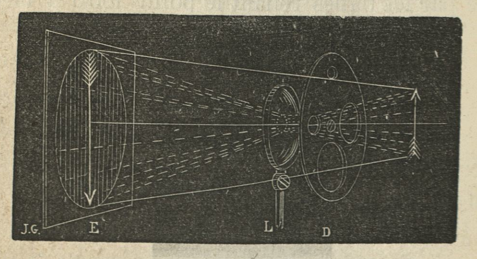
La formation de l'image est étroitement unie avec l'objectif ; il doit être doué de *pouvoir pénétrant*, propriété qui consiste à définir nettement les détails subtils situés dans le champ qu'il embrasse ; ce pouvoir pénétrant dépend en grande partie de la grandeur de l'angle d'ouverture, c'est-à-dire l'angle formé par les lignes reliant le point focal à la cir-



Angle d'ouverture d'une lentille (A).

conférence de la lentille. L'augmentation de l'ouverture angulaire conduit nécessairement à une finesse plus grande de l'image à la condition d'une exactitude suffisante dans le centrage.

L'objectif simple, formé d'une seule lentille achromatique, est encore le meilleur pour les vues panoramiques. Les objectifs dits aplanatiques ou orthoscopiques sont moins rapides; l'objectif double ne donnant qu'un seul plan nettement, ne remplit pas le but. La lentille simple possède au plus haut degré la qualité de *profondeur de foyer*, faculté de reproduire également nets différents plans, mais il en résulte que cette qualité n'existe qu'à la condition de munir l'objectif d'un diaphragme fort petit, atteignant jusqu'à $\frac{1}{40}$ de la distance focale. Le faisceau lumineux resserré détruit l'aberration de sphéricité. Les rayons formés par une lentille après avoir passé à travers une des perforations de la plaque circulaire D, avant de

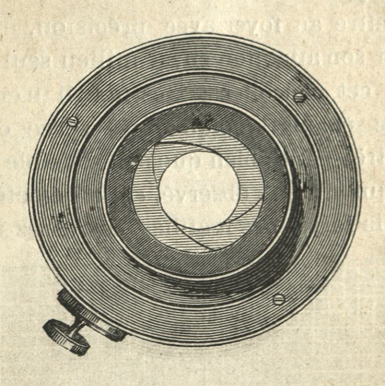


Marche de rayons formés par une lentille passant à travers un diaphragme.

former l'image dans la lentille L, sont resserrés au moment où ils se projettent sur l'écran E. L'image est plus vraie, parce que le diamètre est faible relativement à la distance qui sépare la lentille de la vue à reproduire. Plus le diaphragme est petit, plus on obtient des détails et de rectitude dans

le panorama, mais aussi moins on a de lumière pour impressionner la surface sensible ; c'est donc entre ces deux alternatives qu'on est placé.

Comme le diamètre des diaphragmes a besoin d'être variable suivant le plus ou moins de lumière qui éclaire au moment où l'on opère, il est nécessaire d'en avoir plusieurs de dimensions différentes.



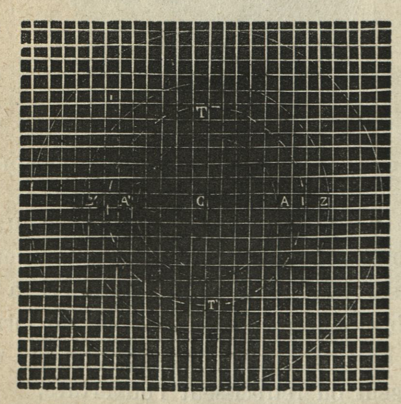
Diaphragme avec secteurs mobiles graduant l'ouverture.

Ceux qui sont à graduation ont l'avantage de varier par la simple manœuvre d'un bouton, au lieu d'introduire successivement les diaphragmes à vanne dans l'objectif. Des palettes mobiles en forme de secteurs courbes commandés par une vis unique agrandissent ou rétrécissent l'ouverture.

Un objectif qui doit inclure horizontalement un grand angle a naturellement une convexité prononcée ; l'objectif globulaire comprend un angle de plus de 60 degrés, presque le double des lentilles simples, il donne avec un petit diaphragme un

champ plat et exempt de distorsion ; il est aussi à remarquer que le centre et les extrémités se trouvent au foyer en même temps ; mais, d'autre part, si les sujets d'une vue sont situés à des distances trop considérables, cas fréquent dans les panoramas, leurs proportions sont très-réduites, et rendues souvent inappréciables.

Pour mettre au foyer avec précision, il ne suffit pas de fixer son attention sur le milieu seul du verre dépoli : si cet endroit est très-net, il n'en est pas partout de même, quoiqu'on se serve d'un diaphragme très-petit ; bien que peu sensible aux yeux de celui qui n'a pas observé, cette défectuosité inhérente à la forme des lentilles est assez réelle sur



Réseau quadrillé figurant la manière de mettre au foyer.

l'épreuve. Considérons trois plans imaginaires situés selon l'intersection des rayons lumineux avec l'écran récepteur : le premier passant au niveau de la surface, c'est-à-dire la mise au point telle qu'on la

ferait en ne tenant compte que du centre, le second en deçà, et le troisième au delà. La fig. ci-contre représente un réseau quadrillé indiquant la manière de mettre au foyer suivant cette indication. C est le centre ; A, A′ est un cercle très-net ; Z, Z′ est une zône où la netteté commence à disparaître. On compensera cette disproportion en s'arrêtant sur le cercle T, T′, point de tâtonnement préférable à la conservation d'une netteté centrale unique.

APPAREILS SPÉCIAUX AUX PANORAMAS.

La chambre noire ordinaire telle qu'elle est, pourvue d'un objectif convenable, satisfait à toutes les exigences courantes de cette branche de la photographie extérieure. Sa facilité de transport, sa simplicité, la rendent préférable dans la plupart des circonstances. Les appareils panoramiques ne sont qu'une modification de la chambre noire, dans laquelle un mouvement d'horlogerie fait présenter successivement tous les points du cercle d'horizon à une glace sensibilisée. L'emploi d'un procédé sec et en même temps très-sensible est indispensable, à cause de la lenteur avec laquelle l'ouverture ou fenêtre-diaphragme admet la lumière. D'un autre côté, une perturbation dans le mouvement rend l'appareil inutile, peut-être pendant toute une campagne. Rarement aussi on trouve une station ou un lieu élevé d'où l'on ait la faculté de prendre un tour d'horizon qui ne soit pas intercepté par la proximité d'un obstacle quelconque.

Ce fut M. Martens qui le premier construisit un appareil pouvant donner un demi-tour d'horizon, dans lequel l'aberration des lentilles était corrigée par le rétrécissement du faisceau lumineux au moyen d'une fente longitudinale de deux millimètres d'ouverture faisant office de diaphragme. La Cie pantascopique, de Londres, adopta aussi le même système avec quelques modifications. La planchette photographique de M. A. Chevallier offre aussi tous les caractères d'un appareil panoramique horizontal, dans lequel l'aspect pittoresque de l'épreuve est sacrifié à la disposition technique ; ce sont des points dont on a la direction exacte, sans obtenir d'effet perspectif dans ce développement circulaire où les lignes de nivellement sont exprimées des cercles concentriques.

VI

REPRODUCTIONS CARTOGRAPHIQUES.

COPIE DE CARTES.

Les copies de cartes exécutées par la gravure sont longues, dispendieuses et sujettes à erreur ; la reproduction par la photographie, au point de vue de la netteté, de la rapidité d'exécution, de l'économie et surtout de l'exactitude ne le cède en rien aux procédés pantographiques précédemment en usage. Ceci a été assez compris pour motiver la création au dépôt de la guerre d'un service spécial. Quand on n'a disponible qu'un exemplaire unique d'une carte qu'il s'agit de reproduire à un certain nombre, ces moyens permettent de le livrer à bref délai, grâce à la rapidité avec laquelle s'exécute le négatif, qui est une sorte de travail mécanique. La facilité d'augmenter ou de diminuer les proportions est un moyen précieux de donner une accentuation plus ou moins vive au trait pour le corriger, ou le mettre mieux en évidence. Ainsi pour une carte manuscrite n'ayant qu'une finesse

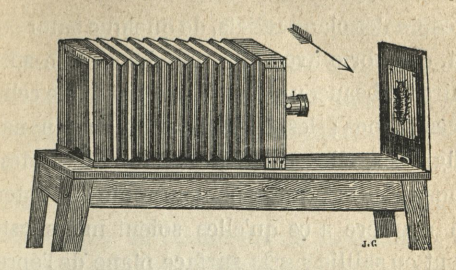
de trait passable, la diminution le rectifiera ; pour une bonne gravure trop fine, l'agrandissement permettra mieux de lire. En éloignant ou en rapprochant l'objectif, on changera les proportions dans un sens ou dans l'autre.

On a la faculté d'employer n'importe quel objectif, pourvu qu'il donne de la netteté sans déformation et sans distance focale trop grande, ce qui retarde l'impression. L'objectif double qui est entre les mains de tous les photographes, ayant son aberration corrigée par un très-petit diaphragme, détache bien les détails.

Les cartes à reproduire sont piquées sur un tableau ou introduites dans un châssis qui conserve leur planimétrie. On les expose près d'une ouverture orientée de telle sorte que l'incidence des rayons solaires se rapproche autant que possible d'un angle de 45° dans le plan horizontal comme dans le plan vertical ; trop haut, les rayons glisseraient sur la surface, d'où il résulterait une déperdition d'intensité et quelquefois les petites inégalités de la texture du papier produiraient des nuances sensibles ; trop bas, la chambre noire porterait ombre. La lumière a besoin d'être abondante ; un soleil vif permettra d'obtenir une bonne reproduction, en donnant un développement intense, qui fera paraître nettement les blancs.

L'installation la plus simple consiste en une tablette assez longue, élevée à hauteur moyenne, pour que la chambre noire qui est dessus présente le verre dépoli au niveau de la vue. A l'extrémité, un

tableau, sur lequel on fixe les sujets à reproduire, est assujetti solidement. La flèche indique l'incidence des rayons lumineux.



Installation de la chambre noire pour la reproduction.

La grande dimension des cartes offre des obstacles à la reproduction, par la nécessité de fractionner les épreuves pour les réunir ensuite. Si les négatifs ne sont pas développés avec une intensité semblable, résultat qui est délicat, les différentes feuilles ont chacune une teinte dissemblable, et les bords se raccordent avec peine. Cet écueil disparaîtrait si l'on était assez sûr à la fois du temps de pose, du développement et de l'action des agents photographiques, en conservant les mêmes procédés opératoires pendant le temps de la reproduction des fragments de carte. Dans le cas d'impossibilité du raccordement des feuilles entre elles à l'entoilage, il faudrait se résoudre à les coller séparément ; ce n'est pas une solution, mais simplement une concession forcée.

REPRODUCTION DES PLANS-RELIEFS.

La copie des plans-reliefs, de quelque nature qu'ils soient, comporte avec elle une disposition spéciale d'éclairage, beaucoup plus importante que celle des surfaces planes ; les éminences du terrain ne sont plus figurées, elles existent en nature dans des proportions réduites, que la photographie doit interpréter de manière à ce qu'elles soient mises ostensiblement en saillie sur la surface plane de l'épreuve. Dans le dessin ou la gravure, on les représente par des traits conventionnels ; dans ce genre de copie photographique on n'a que les ombres portées et les demi-teintes à sa disposition pour obtenir le même effet, moyen très-convenable si l'on sait choisir un bon éclairage. Les reliefs dessinés ou lavés sont supposés recevoir la lumière soit du zénith, soit suivant l'inclinaison de 45°. La première est plus régulière, plus géométrique ; la seconde est fantaisiste et habilement disposée ; elle rehausse les massifs élevés, par simple effet d'optique, sans empâter de hachures ou de teintes forcées des parties sur lesquelles ces détails et lettres viennent se superposer. Dans les reproductions l'éclairage zénithal tombant sur un plan-relief serait mauvais, puisque la perception des vraies formes des corps ne s'obtient qu'au moyen des ombres ; le sujet n'en comportant pas, on n'obtiendrait qu'une représentation plane, et même dans certains cas méconnaissable, du modèle soumis à la reproduction.

Au contraire, en ménageant une certaine incidence des rayons lumineux, selon ce que comporte le relief, on a une photographie qui le traduit avec un modelé analogue. Des épreuves stéréoscopiques tirées dans ces conditions accusent catégoriquement les finesses du modèle et sont un excellent genre de démonstration dans l'enseignement géographique.

Les *plans-reliefs en plâtre* offrent un contraste à la reproduction par la blancheur de la matière, avec les noirs provenant des projections d'ombres ; les oppositions trop prononcées doivent être évitées. Quand les saillies représentent de hautes montagnes escarpées, elles projettent dans le creux des vallées des ombres fortement accentuées, formant taches, sous lesquelles le reste du travail du modeleur disparaîtra. Les pentes peu inclinées demandent au contraire une inclinaison d'éclairage plus grande afin de détacher les faibles proéminences et de donner du caractère à l'ensemble. En général, la valeur des teintes sera proportionnée au relief, sans toutefois être forcée, ce qui donnerait une fausse interprétation ; étant convenablement graduées, on obtiendra ainsi des épreuves, qui, par le seul fait de l'éclairage, seront bien supérieures aux meilleurs lavis. L'augmentation ou la diminution sont, avec la combinaison de la lumière, un moyen avantageux de compléter la perfection qu'il est facile d'attendre dans le travail de ce genre. C'est ainsi que MM. A. et H. Schlagintweit ont publié le relief du mont Rose avec ses environs, et le massif de la Zugspitze et du

Wetterstein, épreuves dans lesquelles le modelé est aussi sensible que sur le modèle lui-même.

Les *reliefs à pentes continues* ont été étudiés par M. I Bardin au moyen de *reliefs à gradins* : ce sont des superpositions de cartons épais d'un millimètre, découpés suivant les courbes géométriques de nivellement ; elles forment une sorte d'escalier dont les marches, d'une hauteur constante, varient dans leur largeur suivant l'inclinaison du terrain, donnant pour chacune d'elles la trace exacte d'un plan coupant horizontal, distant du précédent d'une mesure constante. Une carte orographique de cette nature n'est pas un relief de fantaisie, mais une épure topographique. Elle gagne beaucoup à être reproduite par la photographie, la lumière du jour n'accuse pas aussi bien la configuration que la lumière actinique, qui donne une vigueur de teinte inappréciable à simple inspection. Les rayons obliques produisent sur chaque gradin une petite ombre portée qui venant s'ajouter à la suivante donne des tons proportionnels au rapprochement des saillies exprimées par les feuilles de carton ; plus la pente est raide, plus les ombres sont accentuées et plus aussi leur étendue se prolonge sur les surfaces voisines. Le moëlleux et les contours indéterminés du relief en plâtre à pentes continues sont remplacés par des ombres de géométrie descriptive. L'incidence de 45° dans les deux projections est la plus mathématique et adoptée dans les études d'ombre.

Les épreuves exécutées par M. Bisson, sous la di-

rection de M. Bardin, ont été justement appréciées comme étant peut-être plus expressives que le modèle lui-même. Les courbes partout sensibles et les contrastes obtenus par les effets d'ombres sont remarquables par l'authenticité de la graduation des hauteurs.

HÉLIOGRAVURE.

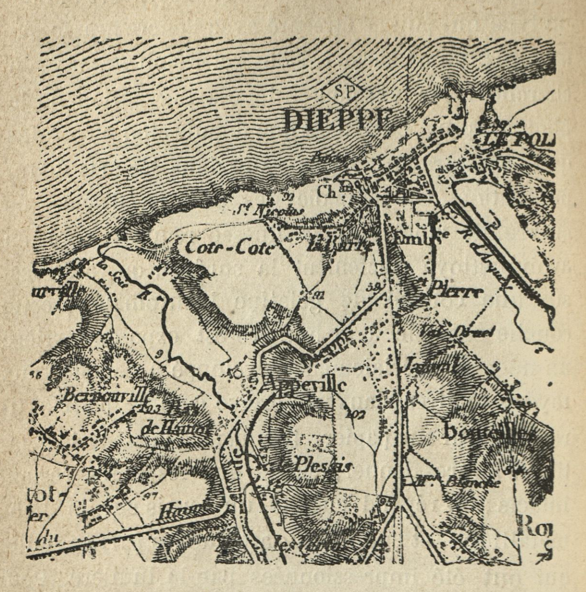
Deux genres de gravure sont actuellement en usage : la *taille-douce*, longue et dispendieuse de tirage, mais s'adressant aux œuvres exceptionnellement soignées dans le trait ; sur cuivre et sur acier, elle donne les meilleurs résultats pour la cartographie. La *gravure sur bois* en est le contraire, puisque au lieu de laisser le trait en creux pour absorber l'encre, le burin évide autour pour le mettre en relief ; le rouleau de la presse en passant dessus l'imprègne d'encre à la surface. Son exécution implique simultanément l'art du dessinateur et celui du graveur. Malgré le plus de lenteur du procédé et le talent d'interprétation des différentes teintes que doit donner le burin, c'est un genre beaucoup plus employé couramment, à cause de la facilité du tirage ; le bloc de bois gravé se met dans le texte au milieu des caractères et s'imprime typographiquement. Cette gravure a fait de remarquables progrès, et quoiqu'elle soit plus dispendieuse que la taille-douce, elle est préférée pour les travaux courants.

La transformation des négatifs photographiques ordinaires en gravure typographique réaliserait un progrès immense, si elle pouvait se pratiquer d'une manière facile. L'imprimerie et la photographie ont de la peine à fusionner. Depuis longtemps les recherches habiles de nombreux expérimentateurs ont conduit à des résultats, mais ils sont encore éloignés de ceux que donne la photographie elle-même, arrivée à une finesse et à une délicatesse de tons incomparable dans les positifs aux sels d'argent, méthode presque uniquement usitée aujourd'hui. Mais que d'inconvénients ! Le tirage ne se fait qu'au moyen de manipulations compliquées, et les épreuves n'ont pas toujours une conservation assurée et elles reviennent à des prix qui ne sont acceptables qu'en faveur de la perfection. Le procédé Woodbury a été une grande amélioration en convertissant le négatif sur verre en cliché métallique ; on produit une contre-épreuve sur une feuille de gélatine bichromatée par simple impression de la lumière ; ensuite cette substance cornée très-résistante est soumise à la presse hydraulique, avec une pression énergique sur une plaque d'alliage de plomb et d'antimoine ; les creux et reliefs de la gélatine s'y imprègnent avec exactitude. Pour tirer des épreuves, on verse dessus de l'encre à base de gélatine et l'on serre la presse ; le papier en sort identiquement semblable à un bon négatif aux sels d'argent, parce que les différences des creux ont produit des inégalités d'épaisseur dans la couche d'encre.

Ce curieux procédé est une amélioration notable, puisque l'opération est mécanique et non pas chimique, mais le *desideratum* est *l'héliogravure* offrant un type qui puisse être tiré avec l'encre grasse ordinaire d'imprimerie. Les obstacles sont sérieux ; on cherche à les surmonter depuis l'invention de la photographie, et ce n'est que depuis cinq ou six ans que l'héliogravure a pris rang dans les arts de reproduction. On emploie des plaques d'acier, de cuivre, de zinc selon la finesse requise ; après en avoir nettoyé exactement la surface, on verse dessus une couche de gélatine bichromatée ; cette couche sensible à la lumière est exposée derrière un négatif spécialement développé à cet effet, aux rayons solaires, dans une presse comme pour le tirage positif sur papier. Les blancs laissent la gélatine s'impressionner, tandis que les noirs restent intacts ; on répand ensuite un vernis sur le cliché métallique, et enfin l'acide attaque les parties seules qui ont été impressionnées par la lumière. Pour obtenir la gravure en relief comme sur le bois, on n'a qu'à poser le négatif sur le métal, tandis que pour la taille-douce, il faut préalablement prendre une contre-épreuve ; dans le premier cas, on laisse mordre profondément ; dans le second, la surface ne doit être que légèrement attaquée.

La fig. ci après donne un spécimen de gravure typographique d'un fragment de la carte d'état-major de France ; les dimensions sont conservées telles qu'elles existent sur l'original. La fig. suivante est une réduction du même fragment à $\frac{1}{2}$; la diminution

a été poussée jusqu'à ce que le trait soit très-fin, mais pas assez pour compromettre la netteté.

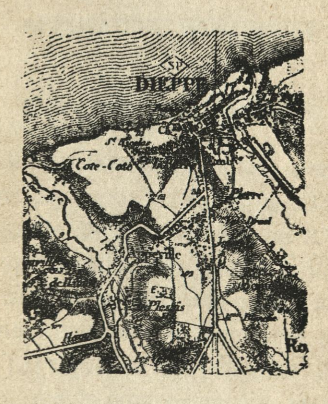


Exemple d'héliogravure. Fragment pris dans la carte d'état-major de France (Feuille 11). Grandeur d'exécution.

La grande difficulté que rencontre l'héliogravure réside dans la traduction des demi-teintes. La gélatine bichromatée s'impressionne avec une intensité comparable à celle du négatif, mais le métal, protégé par des couches infiniment minces, est attaqué par l'acide uniformément, laissant tantôt un blanc vif, tantôt un noir complet, à la place d'une demi-teinte puisque le relief est au même niveau. Afin de rendre tous ces tons, on a essayé de couvrir mécanique-

ment ou artificiellement la plaque de métal d'un granulé qui amoindrirait les tons heurtés des demi-teintes ; c'est une transaction qui, si elle améliore l'épreuve, dénature l'authenticité qui en fait tout le mérite.

Les cartes géographiques, sauf quelques rares exceptions dans de fins travaux de gravure, n'offrent



Même spécimen d'héliogravure réduit de moitié.

qu'un trait noir sur fond blanc sans demi-teintes, sont dans les meilleures acceptions pour être parfaitement reproduites par l'héliogravure typographique et en taille-douce. C'est un moyen exact, moins dispendieux que la copie ordinaire, qui est appelé à rendre de grands services dans la publicité géographique.

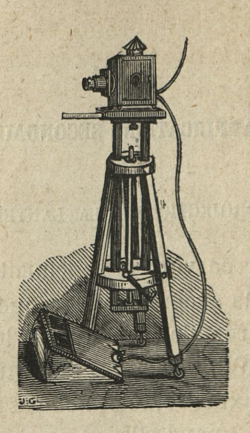
VII

APPLICATIONS SECONDAIRES.

PROJECTIONS A LA LANTERNE.

Un orateur parvient difficilement à se faire comprendre sur la géographie physique, s'il ne soumet pas aux regards de ses auditeurs les formes vraies des sujets qu'il traite. La photographie ordinaire est un bon auxiliaire, mais non pas un moyen aussi efficace que quand elle est combinée avec les ressources de l'optique et de puissants foyers lumineux, telles que le comportent les projections à la lanterne. Cet appareil consiste en une boîte métallique surmontée d'une cheminée couverte ne laissant pas échapper la lumière ; elle contient le foyer d'éclairage renvoyé par un réflecteur parabolique argenté à travers un jeu de lentilles sur une photographie positive sur verre, placée dans une coulisse devant l'objectif, c'est une sorte de chambre noire renversée. Les rayons lumineux passant à travers le positif sur verre l'amplifient proportionnellement aux lentilles et à la distance de l'écran qui reçoit l'image ainsi formée.

Le point capital est d'avoir de bonnes épreuves, puisque la perfection de l'image est en relation de la pureté du positif. On peut obtenir directement sur place le négatif à la grandeur voulue, ou copier des épreuves précédemment prises.



Lanterne pour la projection à la lumière oxhydrique montée sur pied mobile et munie du sac à gaz oxygène.

Dans l'enseignement de la géographie où l'on n'a pas toujours des cartes murales à sa disposition, on les remplace très-bien par une copie qu'on projette ensuite à la lanterne dans les dimensions concordantes avec l'intelligence du sujet. La géographie physique, qu'il est indispensable de figurer quand on veut la faire comprendre, y possède un puissant auxiliaire.

OPÉRATIONS MILITAIRES.

Dans les campagnes qui ont été faites dans ces dernières années, les expéditions militaires furent accompagnées de photographes, tant pour conserver des documents sur les localités parcourues, que pour venir en aide à l'étude géographique. On l'a appliquée à l'artillerie, au génie, aux reconnaissances, etc. L'utilité en a été tellement reconnue que les puissances militaires ont annexé un service photographique aux ministères de la guerre ; en Angleterre, on a créé des écoles pour y former des officiers et des soldats. Dans la guerre d'Amérique, chaque division était accompagnée d'un photographe ; pendant l'expédition d'Abyssinie un corps d'opérateurs a été constamment attaché au quartier-général. Mais en Chine, au Mexique, en Syrie, ils ont été négligés.

Les vues prises de points convenablement choisis facilitent beaucoup la lecture des cartes en reproduisant la nature sous son aspect familier ; jointes à la carte elles la complètent, et pour ceux qui ne sauraient pas s'en servir elles la remplaceront dans certains cas, quand il s'agit d'une reconnaissance rapide hors de la portée des petites armes, lever ainsi des fronts de bastions, déterminer des points sur lesquels on veut attirer l'attention. Aussi, est-il urgent d'avoir pour ces sortes de levés de places fortes un appareil optique qui se rapproche du télescope, afin d'opérer à grande distance ; on a ainsi

rapidement le plan directeur en plusieurs expéditions, avantage dont on s'est servi au siége de Paris pour donner aux commandants d'artillerie une désignation graphique des points sur lesquels ils devaient diriger le tir simultanément.

La photographie l'emporte dans les vues par la rapidité d'exécution, pour identifier les officiers avec un endroit inconnu où doivent se faire d'importantes opérations étroitement unies avec une connaissance parfaite de la localité. Dans la guerre franco-allemande l'impérieux besoin de notions topographiques mises à la portée de tous s'est fait trop sentir, pour que les moyens expéditifs et faciles ne soient pas négligés. L'instruction des officiers en topographie doit être telle que les contrées parcourues soient connues mentalement avant d'en fouler le sol, au moyen de cartes, de vues et d'instructions écrites.

GÉOLOGIE.

La géologie qui est sœur de la géographie ne réclame pas des moyens d'investigation aussi précis ; ce n'est pas une science mathématique, mais comme science naturelle, il lui est nécessaire d'avoir des représentations exactes des phénomènes qu'elle est appelée à enregistrer. Par suite de cette considération, la photographie devient le complément indispensable de toute excursion géologique ; ne pouvant rapporter pour ses collections des systèmes entiers de stratifications ou de constitutions, le géologue

rapportera du moins une vue de la localité. C'est aussi pour lui un avantage incontestable de pouvoir prendre des panoramas qui s'étendent à toute une région, dans laquelle l'écorce terrestre offre des cas particuliers d'intérêt. Le dessin est particulièrement inapte à donner une bonne traduction des formes bizarres et difficiles à saisir des roches aux fantastiques contours ; il fausse souvent toute l'originalité du sujet. La photographie au contraire indiquera mathématiquement l'inclinaison des couches, la formation des étages d'un système, les différents échantillons paléontologiques. Au laboratoire même la minéralogie peut en tirer un parti équivalent à la géognosie.



Coupe d'agate avec arborescence (d'après une photographie).

TABLE

—

FIN.

1157. — Abbeville — Imp. Briez, C. Paillart et Retaux.